



Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia

XIII Congreso Científico cuyo lema es **“25 Años Promoviendo Ciencia en Panamá”**  
6 a 9 de Octubre de 2010 - Centro de Convenciones de la Ciudad del Saber.



The background image shows a landfill site. A large white truck with a raised bed is dumping a large pile of mixed urban waste, including plastic, paper, and other debris. In the foreground and to the right, a yellow bulldozer is visible, working on the waste pile. The ground is covered with a layer of dirt and scattered trash.

## SOSTENIBILIDAD DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

**Aurelio Hernández Muñoz**

Catedrático de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad Politécnica de Madrid,  
Profesor Emérito.

Y

**Pablo Hernández Lehmann**

Profesor Honorario de la U.P.M., y Director General de Innovación Civil Española-INNCIVE

## 1.- CONCEPTOS GENERALES SOBRE SOSTENIBILIDAD

La comisión Brundtlan, bajo la dirección de Gro Harlam Brundtland, define el desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Esta definición encierra tres conceptos de interés:

- 1º El alcance del desarrollo sostenible integra los aspectos de sostenibilidad medioambiental, social y económica;
- 2º Se incorpora la noción de “capital” para toda fuente mundial de recursos, siendo los tipos fundamentales de capital: Social, económico, tecnológico, medioambiental y ecológico;
- 3º La tendencia hacia la reutilización y reciclado.





El hombre, rey del Universo, está usando y abusando del medio ambiente. No es extraño darnos cuenta cada día de los efectos negativos sufridos por factores ambientales, sometido a fuertes impactos, son las aguas, el aire, el suelo, la fauna, la flora, e incluso el propio hombre. La calidad del medio, la calidad de vida, unas veces de forma súbita, otras de forma paulatina, ha ido descendiendo a lo largo del tiempo.



Prestemos atención, y recordemos siempre: “Terminar con aquello que no es imprescindible y cuyo final pudo preverse, revela un índice de rapacidad y desidia que dicen muy poco a favor de la escala de valores que rige en el mundo contemporáneo.



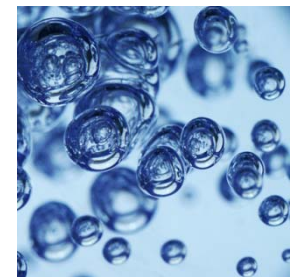
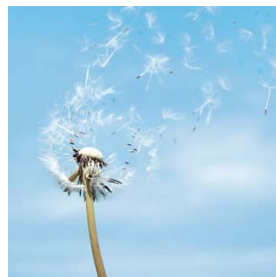
## 2.- ¿QUÉ SE HACE SOBRE SOSTENIBILIDAD EN EL MUNDO ACTUAL?

El importante Libro Verde del Medio Ambiente Urbano, aparecido en el año 1990, en su capítulo “Hacia una estrategia Comunitaria del medio ambiente urbano”, expone que los principales objetivos de la gestión y la política del medio ambiente urbano son, por una parte, crear (o recrear) ciudades que proporcionan un entorno atractivo para sus habitantes, y, por otra, reducir la aportación de la ciudad a la contaminación total, propugnando la elaboración de estrategias del medio ambiente urbano, con actuaciones planificadas sobre urbanismo, transporte, patrimonio histórico, zonas verdes, energía, residuos, recursos de aguas, calidad de las aguas, y lucha contra la contaminación, etc...

Debe destacarse, la Comunicación Marco de actuación para el desarrollo urbano sostenible en la Unión Europea, publicada en 1998, así como la Carta de las Ciudades Europeas hacia la sostenibilidad, o carta de Aalborg, del año 1994, y por último la Estrategia Territorial Europea “Hacia un desarrollo sostenible de la Unión Europea, año 1999.”



Dentro de las propuestas del programa 21 (Agenda XXI), aprobado en la cumbre de Río, en su capítulo séptimo se contempla la “Promoción de la integración de la infraestructura ambiental: Agua, saneamiento, avenamiento y gestión de los desechos sólidos. En este documento se propugna fortalecer la infraestructura de los asentamientos y los programas ecológicos destinados a promover un criterio integrado de asentamientos humanos en la planificación, el desarrollo, la conservación y gestión de la infraestructura ambiental



### 3.- HAY QUIENES OPINAN SOBRE LAS SOSTENIBILIDAD INSOSTENIBLE

- En relación con la explosión demográfica, el crecimiento es alarmante y, sin duda, suicida, se acerca ya a los 7.000 millones de habitantes, cuando en la época de Cristo era tan solo de 200 millones. El crecimiento es exponencial, actualmente con un crecimiento de 90 millones de personas por año.
- En el mundo que hemos construido, el bienestar del mundo desarrollado lo van a pagar las generaciones futuras.
- En relación con las materias primas. China e India (con 2.300 millones de habitantes) están adquiriendo minas de diversos minerales por todo el mundo para asegurarse su suministro. Su escasez ha hecho subir los precios.
- En relación con las fuentes energéticas fósiles, el agua y los bosques. Se estima que para final de este siglo se agotarán las reservas de petróleo, gas y carbón. En muchas zonas la necesidad de agua está superando el techo de recursos disponibles. La deforestación crece a ritmo insostenible.





#### **4.- ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

Las Concentraciones humanas y la creciente actividad industrial generan cantidades ingentes de desechos, como productos de consumo, materiales plásticos, textiles, metales, residuos de materiales, resto de obras y demoliciones. Las materias orgánicas son biodegradadas de forma natural, otros productos son reutilizados por el hombre, pero los inertes y escombros van acumulándose de forma preocupante.

Los residuos generados por el hombre presentan características muy variables, dependiendo de la actividad a que corresponda, aunque similares según actividades similares, diferenciándose más en la cantidad producida, y en los porcentajes de componentes.

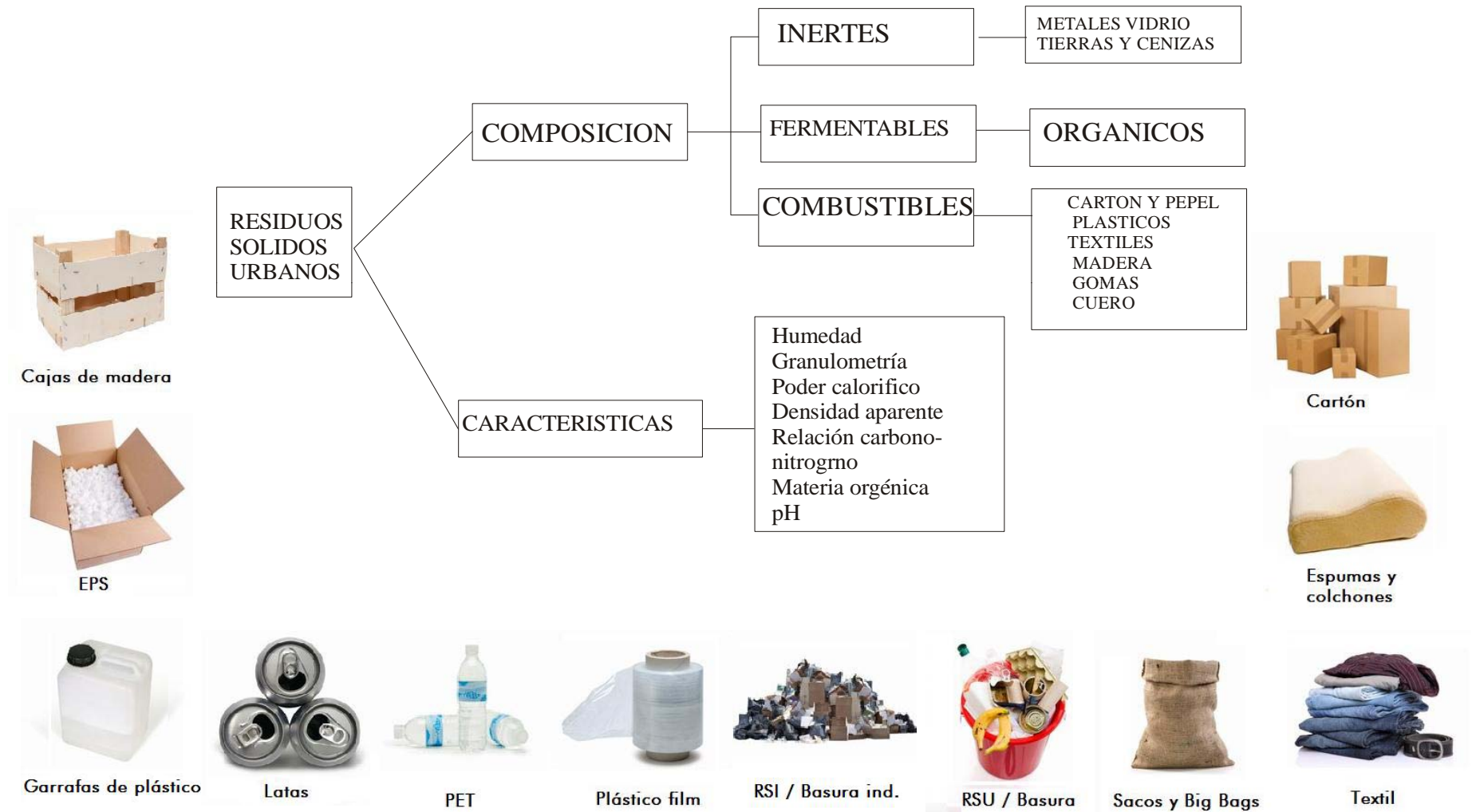


La OCDE define los residuos sólidos como aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no alcanzan, en el contexto en que son producidas, ningún valor económico. Por su parte la U.E., (Directiva 75/422), especifica que se entenderán por residuos cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse, en virtud de las disposiciones nacionales vigentes.





# RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS



## **5.- CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. POLÍTICA DE LA UNIÓN EUROPEA.**

Se considera de gran importancia el documento de la Unión Europea, relativo a tratamiento de residuos biodegradable, debiéndose tener en cuenta. En el mismo se plantea la casi obligatoriedad de la recogida selectiva de la basura orgánica y su posterior transformación mediante tratamientos biológicos, hasta alcanzar unos resultados con unas características mínimas, y con unos niveles de calidad preestablecidos. Este documento nos señala el marco de actuación futuro, en unión de la Directiva sobre vertederos.





El libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano, aprobado en el año 1990, el cual en relación a los residuos urbanos formula las siguientes sugerencias de actuación:

La Comisión debe animar a las autoridades municipales a tener más en cuenta las cuestiones relacionadas con la gestión de residuos a la hora de elaborar planes de gestión urbana a corto y largo plazo, seleccionando los emplazamientos para la recogida selectiva de residuos domésticos y para la construcción de plantas de tratamiento.

La Comisión debe prestar apoyo económico a investigaciones y proyectos destinados a sensibilizar a la población respecto a la importancia del saneamiento y al desarrollo de diseños urbanos y arquitectónicos que favorezcan la clasificación de los residuos en el lugar que se generan y la recogida selectiva, hallando nuevos usos para los residuos urbanos, en particular los procedentes de la construcción



## *LA SOSTENIBILIDAD EN LA GESTION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. OBJETIVOS DE LA NORMATIVA EUROPEA.*

Los objetivos imperantes en Europa, y por tanto en España, en relación con los residuos sólidos, son cuatro, las cuatro puntas de la estrella.

1º) Protección de la salud pública. Todo lo relacionado con los residuos sólidos, su transporte, su eliminación y su transformación, tiene como objetivo fundamental la protección de la salud pública.

2º) Protección del agua y del aire. La defensa del agua y del aire se consigue eliminando al máximo los impactos que pueden generar los residuos sólidos en relación con las aguas superficiales, subterráneas y con el aire.

3º) Protección del medio ambiente en su concepto más amplio. La protección del medio ambiente , considerando el almacenaje, transporte y tratamiento de los residuos sólidos. Puede observarse el carácter prioritario con que se han contemplado los temas relativos a la calidad de vida, salud del hombre, y protección medioambiental y de recursos.

4º) Reciclaje y reutilización. La solución futura de los residuos pasa por una recuperación de todos los elementos útiles contenidos en los residuos sólidos.

5º) El núcleo de esta estrella marca la necesidad de una financiación adecuada de la gestión de los residuos sólidos. Ningún servicio urbano podrá garantizarse sin una financiación adecuada.





Por otra parte, en relación con los residuos tóxicos y peligrosos, se ha dado un descontrol peligroso hasta 1995.

La tendencia es no fomentar las incineradoras y sí los depósitos de seguridad, que intenta incentivar financiando en su totalidad los que sirvan para almacenar los residuos a nivel regional.

Referente a los residuos sólidos y peligrosos, los objetivos a conseguir son los que se citan a continuación, y aportan cuatro puntas más a esta “estrella de calidad”. Estas cuatro puntas complementarias son:

6º) Regular la producción. Conocimiento perfecto de los desechos producidos, conociendo sus características, las condiciones de almacenamiento y sus efectos negativos. Permitiendo un conocimiento y control adecuado.

7º) Regular la gestión. Se crean las figuras de gestor en general, gestor de transporte y gestor final de tratamiento o eliminación de los residuos.

8º) Regular la misión de la Administración y garantizar el seguimiento mediante un “Documento de control y seguimiento”, que defina de forma inequívoca al responsable de los residuos y sus efectos en cada momento.

9º) Garantizar el cumplimiento de obligaciones frente a su responsabilidad de deterioros ambientales, o de daños y perjuicios ocasionados a terceros, y a la obligación de reposición o restauración de los daños producidos. Esta garantía queda establecida en avales o seguros que la Administración establece en cada caso.



## *PROPUESTAS DE LA AGENDA XXI*

En base a ello la Agenda XXI propone como marco de acción, la reducción al mínimo de los desechos, el aumento al máximo de la reutilización y el reciclado ecológicamente racional de los desechos, la promoción de la eliminación y tratamiento ecológicamente racional y la ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos. Dentro de este marco, desarrolla las siguientes Áreas de Programas:

A.Reducción al máximo de los desechos

B.Aumento al máximo del reaprovechamiento y reciclado ecológicamente racionales de los desechos.

C.Promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racionales de los desechos.



En las Bases para la Acción correspondientes a este apartado se hace constar que “aun cuando los desechos se reduzcan al mínimo, siempre quedaran algunos. Incluso después de su tratamiento, todos los vertidos de desechos producen algún efecto residual en el medio ambiente en el que se realizan. Por consiguiente, existe margen para mejorar las practicas de tratamiento y eliminación de desechos”.





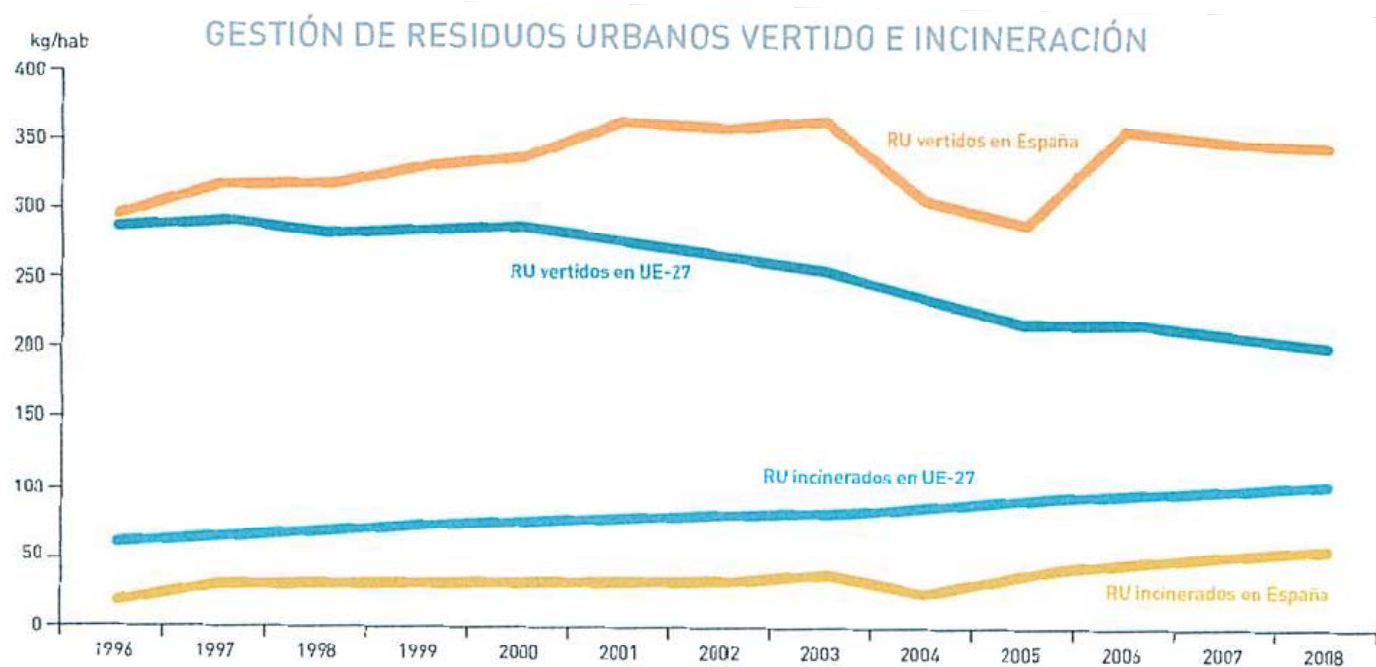
## 6.- ¿QUÉ OBJETIVOS ESTAMOS ALCANZANDO EN RELACIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS?

INDICADOR	META	TENDENCIA
Generación de residuos urbanos	Minimizar su producción	Desde 2003 se reduce la cantidad producida de residuos urbanos por habitante
Gestión de residuos urbanos: Vertido e incineración	Aumentar el reciclado y reducir la cantidad de residuos que llegan al vertedero	En 2008 se mantiene el descenso de los RU/hab. depositados en vertedero
Reciclaje Papel Cartón	Aumentar el reciclado y reducir la cantidad de residuos que llegan a vertedero	Continúan aumentando las tasas de recogida y reciclaje de papel y cartón
Reciclaje de vidrio	Aumentar la tasa de reciclado	Aumenta la tasa de recogida de vidrio
Reciclaje y valorización de residuos de envases	Aumentar la tasa de reciclado y valorización de envases usados	Las tasas de reciclado y valorización superan los objetivos del RD 252/2006
Producción y destino de lodos en instalaciones de depuración	Aumentar el aprovechamiento de los lodos de depuración	Crece su uso como fertilizante agrícola



## Gestión de residuos urbanos: vertido e incineración

Continúa el descenso de la cantidad de residuos urbanos destinados a vertedero iniciado en 2006 y el ligero aumento de la incineración



Fuente: Eurostat



## INFORMACIÓN DE RESIDUOS URBANOS (toneladas)

	2005	2006	2007	2008
Residuos urbanos recogidos	22.353.152	23.648.032	23.562.199	24.049.826
De los cuales:				
- Recogida selectiva de papel, vidrio, envases ligeros, y fracción orgánica	2.133.435	2.519.340	2.668.897	3.430.066
- Residuos mezclados	19.657.827	20.431.260	19.993.461	19.858.348
- Otras recogidas selectivas	561.890	697.432	899.841	761.448

La información sobre residuos urbanos elaborados por el MARM a partir de la información procedente de las CCAA incluyen sólo datos de residuos recogidos en los municipios procedentes de hogares, pequeños comercios, oficinas, colegios etc., que son similares a los domésticos. El apartado "Otras recogidas selectivas" incluye, entre otros, residuos voluminosos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos o incluso escombros de obras menores, tipos de residuos que suponen un elevado porcentaje de las toneladas totales de residuos recogidos en puntos limpios.

Fuente: MARM



## Información de RSU (cont.)

Actualmente, un porcentaje elevado de los residuos que se generan en España se llevan a Vertedero para su eliminación. En este sentido se esta trabajando para disminuir la generación de residuos, fomentar la reutilización, implantar recogidas selectivas de flujos diferenciados para incrementar la tasa de reciclado, y en la disminución de la cantidad de residuos vertidos. En España, la práctica totalidad de la población dispone de sistemas de recogida separada de, al menos, vidrio, papel/cartón y envases ligeros.





## Información de RSU (cont.)

En España, gran parte de los residuos urbanos mezclados entra en plantas de tratamiento, donde se separan las fracciones reciclables y el resto se destina a vertedero o incineración. Teniendo en cuenta que en España, en el año 2007, se produjeron, aproximadamente, 23 millones de toneladas de residuos urbanos en términos absolutos, la cantidad que se destina a vertedero puede considerarse todavía muy alta.



## ENTRADA DE RESIDUOS URBANOS EN INSTALACIONES DE TRATAMIENTO (t/año)

Tipo de instalaciones	2005	2006	2007
Plantas de clasificación de envases	330.638	606.200	559.271
Plantas de compostaje de fracción orgánica recogida selectivamente	243.921	160.017	161.781
Instalaciones de triaje y compostaje	6.455.248	6.991.541	7.249.622
Instalaciones de triaje, biometanización y compostaje	1.123.818	1.168.565	1.041.153

Fuente: MARM



El reciclaje por supuesto necesita una justificación. Los principios a considerar, como justificación del reciclaje pueden concretarse en:

### TIPOS DE RECICLAJE

#### RECICLADO DIRECTO

Metales

Vidrio

Papel y cartón

Plásticos

#### INDIRECTO (CON TRANSFORMACION)

##### SIN CAMBIO DEL ESTADO FISICO

Vidrio – Material de construcción

Papel – Paneles aislantes

##### CON CAMBIOS FISICO-QUIMICOS

RSU – Compost

Incineración . Energía

Escorias - Construcción

REUTILIZACION

VALORIZACION



Entre los productos normalmente reciclados en Europa, pueden analizarse los siguientes:

### Función de valor Comercial

- » Fracción orgánica
    - √ Restos de comida - compost
  - » Papel y cartón
    - √ Gran ahorro de materias primas
    - √ 20% de la basura
    - √ Recuperación > 2 millones Tons. – 40%
    - √ Reciclado: Problemas
      - » Impurezas
      - » Papel quemado por el sol
      - » Envases de comida
      - » Contenido de plástico o papel metálico
      - » Copias de color, suciedad, residuos comida
- ESPAÑA

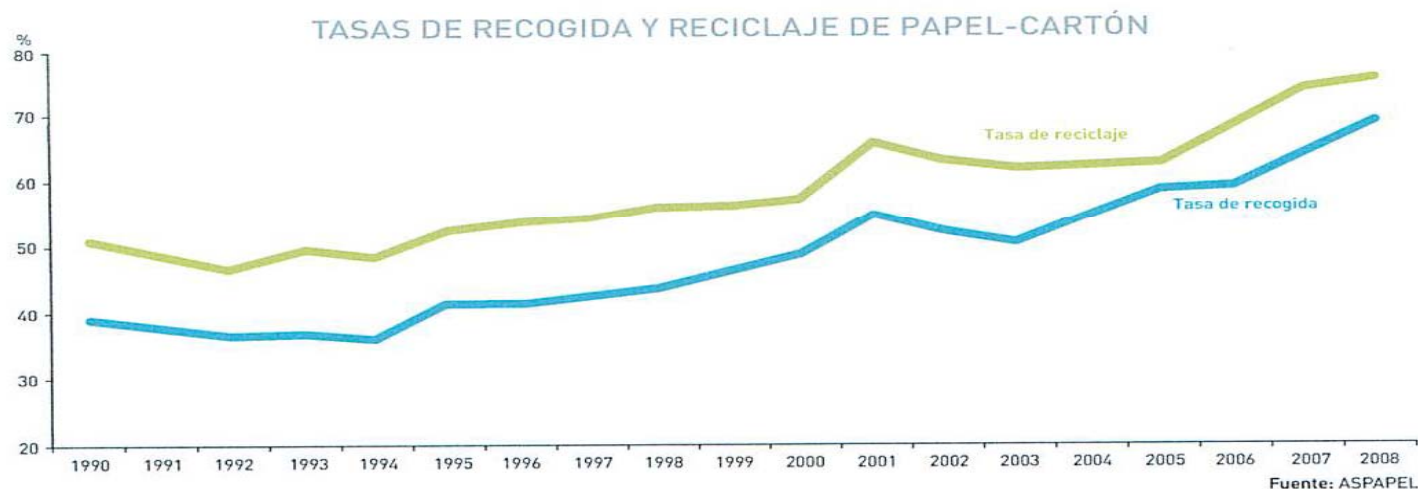




## RECICLADO DE PAPEL Y CARTÓN

### Reciclaje de papel y cartón

En 2008 se superaron los 5 millones de toneladas de papel recuperado



Según el informe “Papel 09” de la Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón, España, con mas de 110 fabricas de papel y celulosa, se ha convertido en el sexto productor de papel de la UE, detrás de Alemania, Finlandia, Suecia, Italia y Francia, ocupando también la sexta posición en producción de celulosa, precedida por Finlandia, Suecia, Alemania, Francia y Portugal.

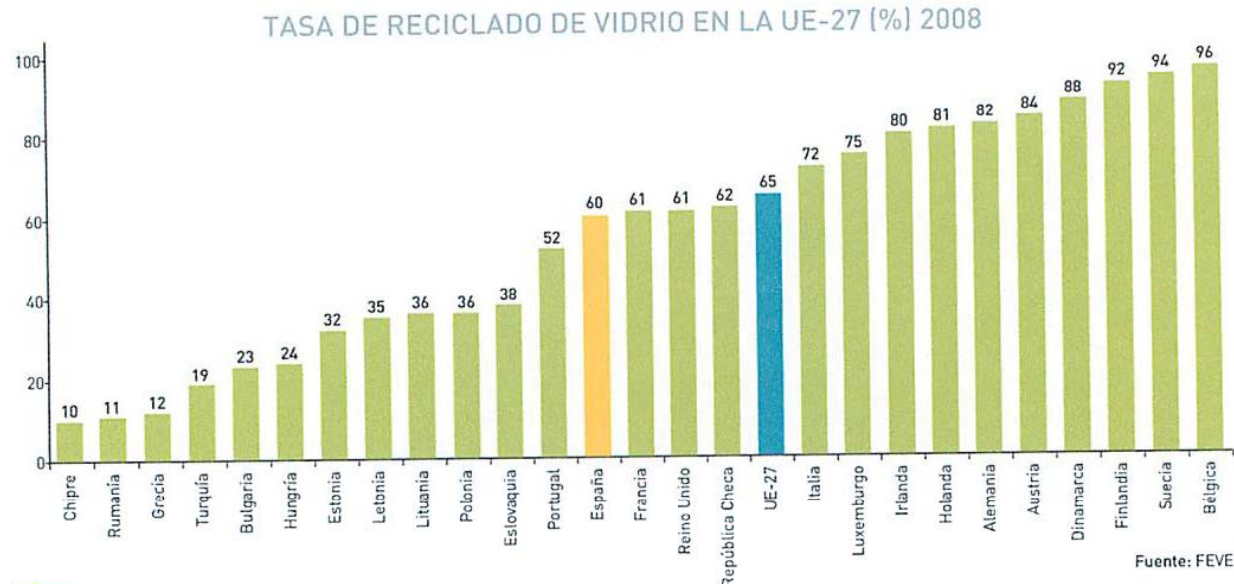


Los beneficios del reciclado del Papel y cartón pueden concretarse en:

- Menor consumo de agua
  - Pasta virgen: 115 m<sup>3</sup>/Tn
  - Pasta reciclada: 16 m<sup>3</sup>/Tn
- Menor consumo de energía:
  - Pasta virgen: 9600 KWh/Tn
  - Pasta reciclada: 3600 KWh/Tn
  - Fabricar 1000 Kg de papel = 14 árboles: h=25 m y d= 20 cm
- Reducción de Vertidos
  - Pasta virgen: 66 Kg DBO<sub>5</sub>/Tn
  - Pasta reciclada: 3 Kg DBO<sub>5</sub>/Tn
- Ahorro en importaciones y en compras
- Fuente de ingresos en reciclaje
- Reducción de residuos a vertederos



# Reciclaje de vidrio



La recogida selectiva de vidrio para su posterior reciclado requiere de un elemento fundamental sin cuya labor sería imposible alcanzar esta recogida para su posterior reciclado. Este elemento lo forma el conjunto de consumidores que, tanto desde sus hogares, como desde sus actividades profesionales, contribuyen a la recogida selectiva de los envases de vidrio en los contenedores ubicados en las calles.

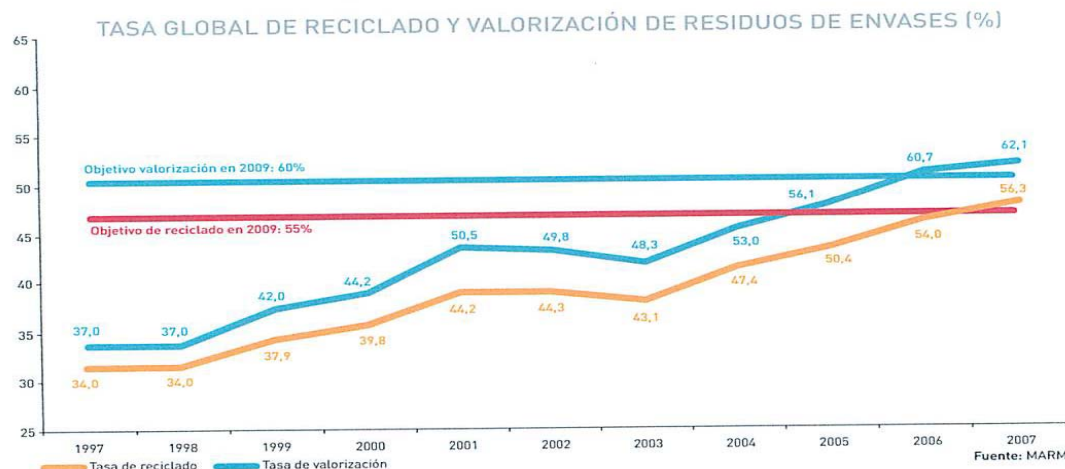
La tasa de reciclado de vidrio superó en 2008 el valor del 60%, objetivo establecido en la Directiva 94/62/CEE relativa a los envases y sus residuos y modificada por la Directiva 2004/12/CE de 11 de Febrero de 2004. El valor medio de vidrio recogido en 2008 fue de 15,5 Kg/Hab.

Es necesario destacar que en 2008 el consumo aparente de envases de vidrio en España fue de 1.614.000 Toneladas, cifra ligeramente inferior a las 1.672.000 Toneladas de 2007.



# Reciclaje y valorización de residuos de envases

En 2007 se alcanzaron los objetivos de reciclado y valorización de residuos de envases aplicables desde 2009



La tasa de reciclado de residuos de envases alcanzo en 2007 un valor de 62,1 % y la de valorización del 56,3%. Por tanto, se mantienen las tendencias de crecimiento de dichas tasas y la superación de los valores objetivo establecidos para el año 2009.

El Sistema Integrado de Gestión (SIG) de Ecoembes, recuperó en 2008 un total de 1.328.747 Toneladas de envases (67% de los envases puestos en el mercado por las empresas adheridas al Sistema). De ellos, recicló 1.229.636 Toneladas (62% del total de envases gestionados, un 6% mas que en 2007) y 99.111 Toneladas fueron valorizadas energéticamente. En este sentido debe destacarse que a finales de 2008, las empresas adheridas a Ecoembes ascendían a 12.376 y representaban el 90% de los envases puestos en el mercado. El volumen de envases gestionado por el SIG en 2008 fue de 1.982.213 toneladas.

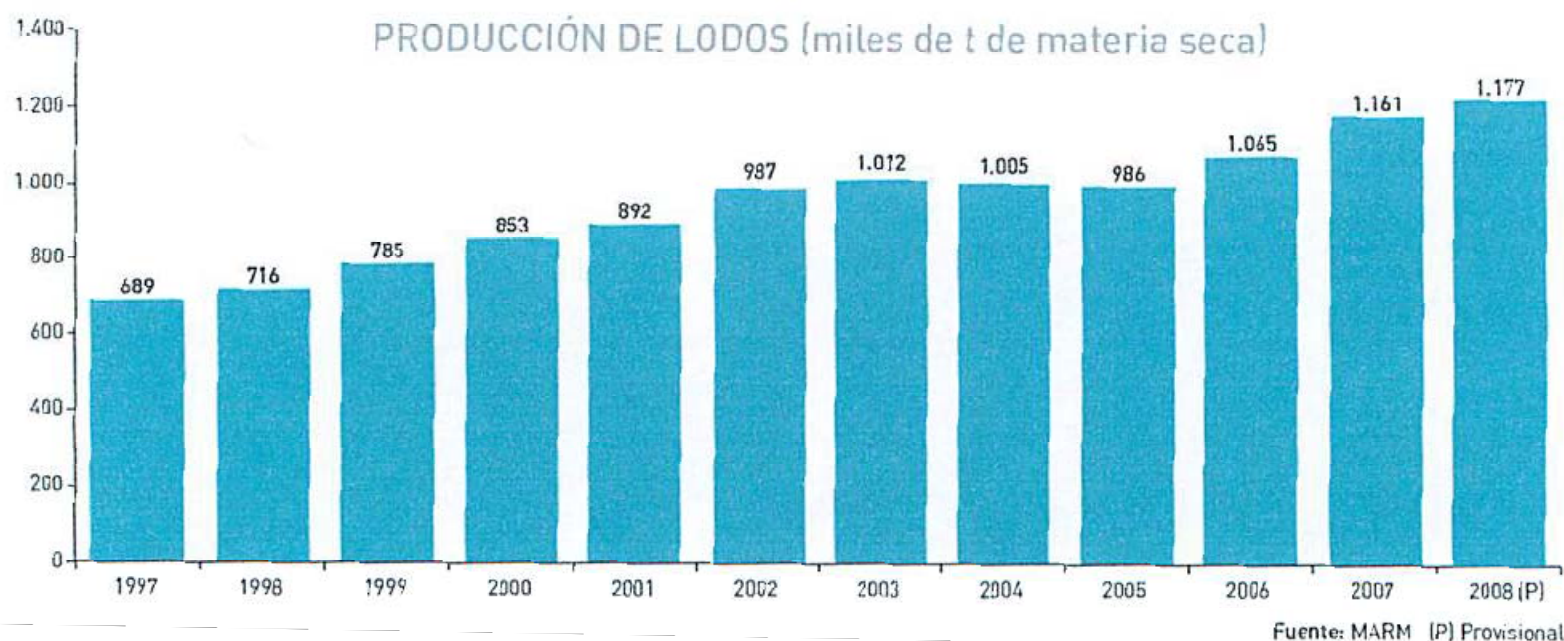
Según la memoria anual de 2008 de Ecoembes, en 2008 se ha alcanzado una tasa de reciclado del 62%, superando el objetivo global de 55% para 2009. También se han superado los objetivos mínimos por materiales marcados por la Directiva Europea 2004/12/CE (60% para envases de papel y cartón, 50% para envases de metal, 22,5% para envases de plástico y 15% para envases de madera).





# Producción y destino de lodos de instalaciones de depuración

El uso de los lodos como fertilizante agrícola se mantiene como la alternativa de eliminación más empleada



## **7.- IDEAS Y OBJETIVOS PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN EL FUTURO. PROPUESTAS GENERALES.**

Considerando los puntos anteriores pueden realizarse las siguientes propuestas, con base a una política sostenible:

- Cumplimiento de toda la normativa vigente, así como de los Planes relativos a los residuos.
- Incrementar en todos los niveles y sectores ciudadanos, la educación y formación ambiental.
- Implantar y promover, priorizando a través de campañas, la plena aceptación de los tres objetivos citados: Minimización, recuperación y reutilización.
- Tener presente, por parte de las autoridades competentes, la necesidad de una adecuada gestión de los residuos a la hora de elaborar planes de ordenación urbana, con selección de emplazamiento para la recogida selectiva.



## Ideas y Objetivos (cont.)

- Plan de reducción en origen de los residuos que exigen una eliminación final.
- Instalación de plantas integrales de selección y compostaje.
- Promover la colaboración ciudadana para la separación selectiva de residuos en origen para su mejor reciclaje.
- Creación e instalación de “puntos limpios” para recogida de residuos de características especiales.
- Creación de Estaciones de Transferencias de basuras en su caso.
- Planes de gestión específicos en relación a los escombros, y a los vertederos incontrolados de escombros en los entornos de las ciudades para su reutilización.



## Ideas y Objetivos (cont.)

- Promover, en las industrias, sistemas de gestión ambiental, con reducción de impactos a través de la minimización de residuos y reutilización.
- Promover la instalación en los polígonos industriales de pequeños centros de gestión, transferencia, e inertización de residuos especiales (tóxicos, etc).
- Incrementar sustancialmente en las urbes el número de contenedores de residuos para reciclar.
- Planes de recuperación y descontaminación de suelos contaminados en los que hayan estado ubicadas industrias contaminantes.
- Desarrollar, con carácter permanente, campañas de sensibilización a los ciudadanos, industriales y comerciantes, sobre comportamiento ecológico, importancia de la separación, domiciliaria de residuos y la consiguiente utilización de los contenedores de residuos a reciclar, así como sobre la reducción en origen y la reutilización y el reciclaje.

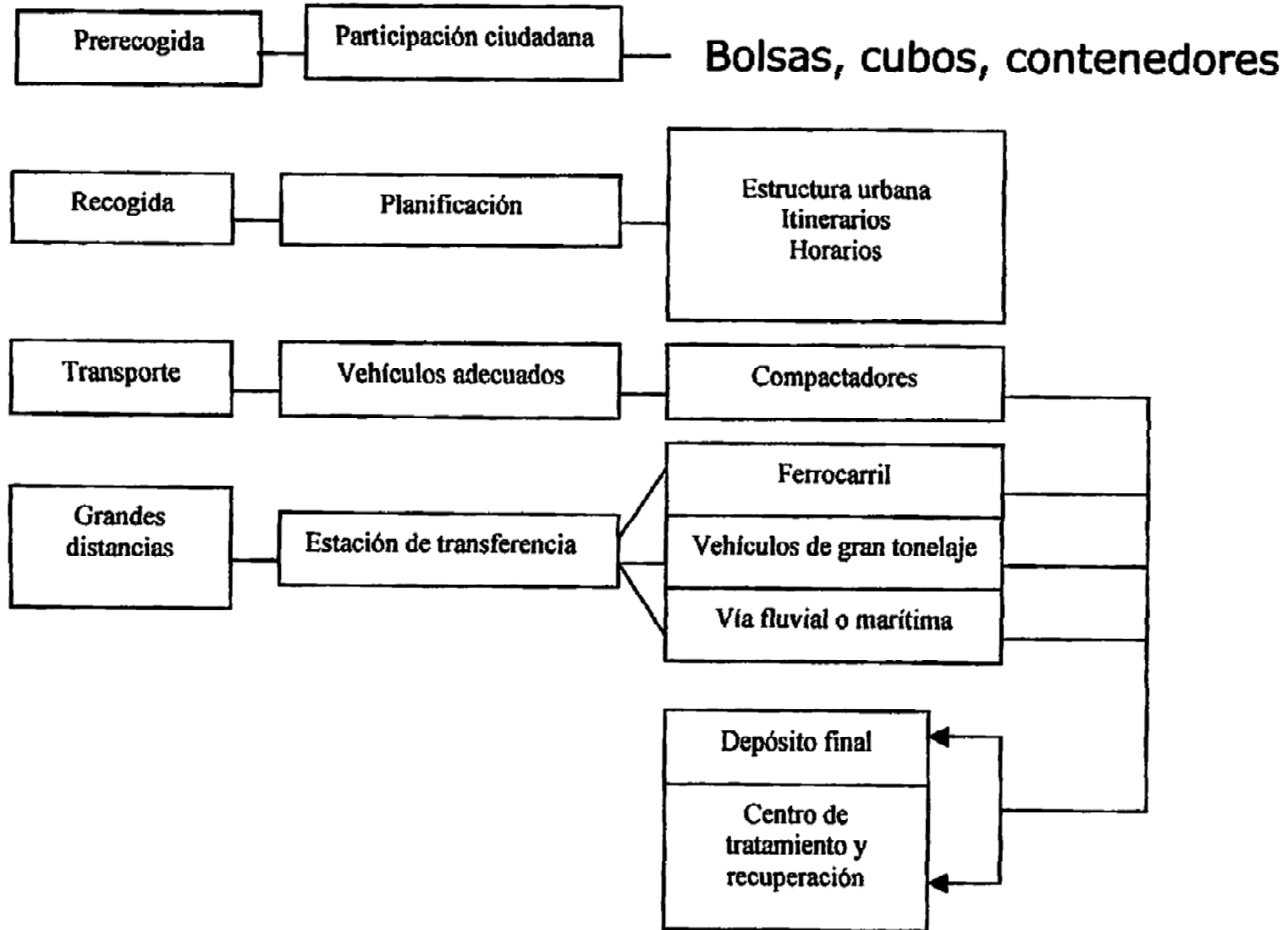




## Ideas y Objetivos (cont.)

- Promover nuevas tecnologías de limpieza, instrumentos legales y reciclado de residuos urbanos.
- Incentivar el uso de nuevas tecnologías que conlleven la reducción de materiales contaminantes.
- Penalizar la fabricación de productos contaminantes, y de los embalajes innecesarios, etc.





## 8.- TENDENCIAS HACIA EL FUTURO, BUSCANDO LA SOSTENIBILIDAD. LA GESTIÓN EN EL NUEVO MILENIO

### Debemos mejorar:

- 1.En cuanto a los aspectos higiénico sanitarios.
- 2.En cuanto a los recipientes a utilizar
- 3.En cuanto a los locales de almacenamiento.
- 4.En cuanto a la recogida.
- 5.En cuanto a los vehículos.
- 6.En cuanto a los compactadores.
- 7.En cuanto al tratamiento y eliminación.
- 8.En cuanto a las estaciones de transferencia.
- 9.En cuanto a la reducción de residuos en origen.
- 10.En cuanto al sistema de gestión.
- 11.En cuanto a los residuos inertes.



## 9.- CONCLUSION EN RELACION CON LA SOSTENIBILIDAD DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.


Me permito hacer algunas consideraciones:

Normalmente se busca un desarrollo con base económico, buscando su justificación en el costo-beneficio, pero con poca atención a las condiciones del medio ambiente.

Los valores de la sociedad actual se basan preferentemente en el poder económico y el derroche. No se buscan las soluciones mas económicas.

No existe una planificación adecuada que integre los usos y ecosistemas con los recursos; que considere las disposiciones legales relativas a la calidad del suelo, gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente; que tenga en cuenta las técnicas posibles más adecuadas dentro de las posibilidades económicas; que contemple la solución adecuada pero siempre con vistas al objetivo fundamental que es la garantía de funcionamiento, es decir, el mantenimiento y explotación de las instalaciones.





La naturaleza seguirá enviándonos las lluvias necesarias, los vientos purificadores que arrastrarán los aires contaminados de nuestras industrias y de nuestras ciudades, y seguirá dándonos los recursos necesarios, pero el hombre deberá actuar, deberá usar racionalmente los recursos, deberá luchar contra la contaminación, en definitiva deberá colaborar con la naturaleza.

Seamos humildes, seamos solidarios, cuidemos los recursos, luchemos contra la contaminación, prestemos atención a los R.S., progreseemos de forma armónica con nuestro medio, seamos cautos y busquemos siempre un desarrollo sostenible.